



①⑨ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Patentschrift  
⑩ DE 42 10 122 C 1

②① Aktenzeichen: P 42 10 122.0-35  
②② Anmeldetag: 27. 3. 92  
④③ Offenlegungstag: —  
④⑤ Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 29. 4. 93

⑤① Int. Cl.<sup>5</sup>:  
**A 61 B 6/00**  
A 61 B 5/0452  
A 61 B 5/021  
A 61 B 7/00  
H 04 N 5/321  
H 05 G 1/62

DE 42 10 122 C 1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

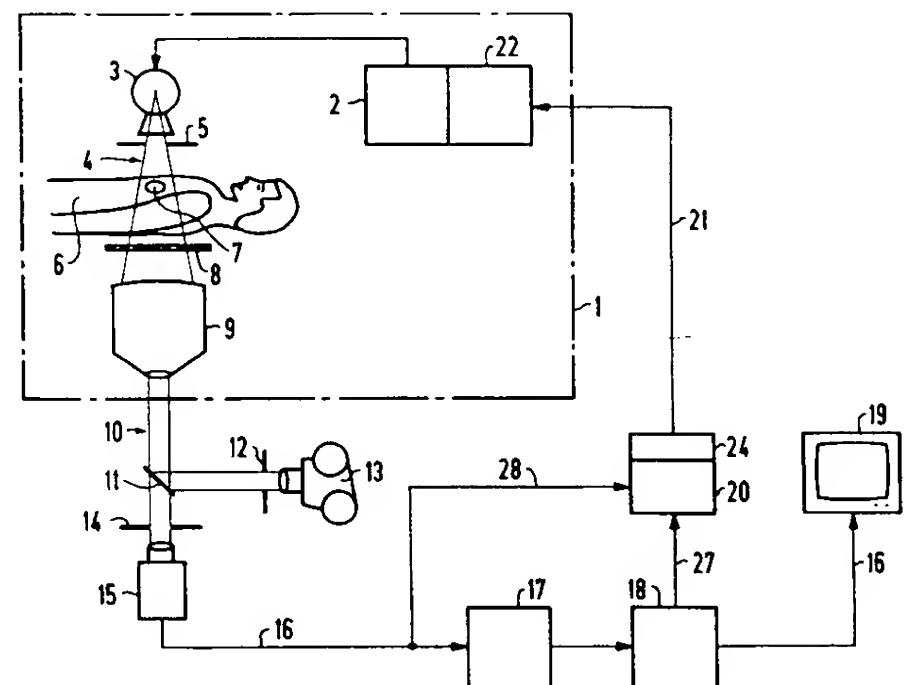
⑦③ Patentinhaber:  
Siemens AG, 8000 München, DE

⑦② Erfinder:  
Horbascheck, Heinz, Dipl.-Ing. (FH), 8520 Erlangen,  
DE

⑤⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht gezogene Druckschriften:  
H.H. ELLEGAST, R. KLOß, H. MAYR, E. AMMANN,  
W. KÜHNEL: »Digitale Subtraktionsangio- graphic  
(DSA) in einem universellen Röntgen-  
diagnostikraum mit neuem Multipuls-Hoch-  
frequenzgenerator« in DE-Z.: electromedica 53  
(1985), H. 1, S. 16-21;

⑤④ Röntgendiagnostikanordnung

⑤⑦ Bei einer Röntgendiagnostikanordnung mit einem Röntgenapparat (1), der zur Darstellung eines sich bewegenden Objektes (7) eine gepulste Röntgenstrahlung (4) abgibt, deren Impulsdauer einstellbar ist, wird zur Verminderung der Bewegungsunschärfe bei schnellen Bewegungsphasen des Objektes (7) ein die Bewegungsgeschwindigkeit des Objektes (7) detektierender Sensor (20) vorgesehen, dessen Ausgangssignal zur automatischen Änderung der Dauer der Einzelimpulse einer Impulsfolge des Röntgenapparates (1) in Abhängigkeit von der Bewegungsgeschwindigkeit des Objektes (7) verwendet ist.



DE 42 10 122 C 1

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine Röntgendiagnostikanordnung mit einem Röntgenapparat, der zur Darstellung eines bewegten Objektes eine gepulste Röntgenstrahlung abgibt, deren Impulsdauer (Impulsbreite) einstellbar ist.

Bei bekannten Röntgendiagnostikanordnungen wird die Röntgenstrahlung des Röntgenapparates gepulst, um bewegte Objekte möglichst scharf abzubilden (electromedica 53 (1985), Heft 1, Seiten 16 bis 21). Die Einstellung der Impulsdauer wird manuell vorgenommen. Dabei bleibt die Dauer (Breite) der Einzelimpulse während einer Impulsfolge gleich. Die Impulsdauer muß jedoch bei größeren (dickeren) Objekten bis zu einem Maximalwert eingestellt werden. Bei ruhenden Objekten ist die Detailkontrastauflösung eines Röntgenspektrums von der örtlichen Auflösung und im wesentlichen vom Quantenrauschen (Dosis) abhängig. Bei bewegten Objekten kommt die Aufnahmezeit als wichtiger Parameter hinzu. In der Kardiologie ist die während der schnellen Bewegungsphasen eintretende Bewegungsunschärfe ein begrenzender Parameter. Bei schnellen Bewegungsphasen kann eine kürzere Impulsdauer (Aufnahmezeit) die Bildinformation erhöhen, bei langsamen Bewegungsphasen dagegen eine Erhöhung der Impulsdauer (Pulsbreite) oder eine Erhöhung der Dosis durch höhere Röntgenröhrenströme (Steuerung über Gitterpuls). Dabei gibt die maximale Röntgenröhrenkurzzeit- und Dauerleistung die Grenzen für die Impulsdauer und auch für die Pulsfrequenz sowie der Szenenlänge vor.

Die Erfindung geht von der Erkenntnis aus, daß ein zu untersuchendes bewegtes Objekt, z. B. ein schlagendes Herz, während der Röntgenuntersuchungsdauer innerhalb einer von der Röntgenröhre abgegebenen Impulsfolge seine Bewegungsgeschwindigkeit ständig ändert. Daraus folgt, daß bei langsamen Geschwindigkeitsphasen die einmal eingestellte Röntgenimpulsdauer unnötig kurz sein kann. Andererseits kann bei schnellen Bewegungsphasen die eingestellte Röntgenimpulsdauer zu lang sein, wodurch die Bewegungsunschärfe zunimmt.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Röntgendiagnostikanordnung der eingangs genannten Art zu schaffen, womit Röntgenbilder erzeugt werden können, deren Bewegungsunschärfe bei schnellen Bewegungsphasen des Objektes innerhalb der Untersuchungsdauer vermindert ist. Des weiteren soll der Quantenstörabstand optimiert und möglichst erhöht werden.

Diese Aufgabe wird durch eine Röntgendiagnostikanordnung gemäß Anspruch 1 gelöst.

Nach der Erfindung ist in der Röntgendiagnostikanordnung ein die Bewegungsgeschwindigkeit des Objektes detektierender Sensor vorgesehen, wobei über das von der Bewegungsgeschwindigkeit des Objektes abhängige Sensor-Ausgangssignal die Dauer der Einzelimpulse einer Impulsfolge des Röntgenapparates automatisch veränderbar ist. Dadurch kann bei schnellen Bewegungsphasen des Objektes innerhalb der Untersuchungsdauer die Impulsdauer der Einzelimpulse des Röntgenapparates selbsttätig vermindert und bei langsamen Bewegungsphasen selbsttätig erhöht werden. Im Ergebnis wird die Bewegungsunschärfe der einzelnen Bewegungsphasen des Objektes vermindert. Die erfindungsgemäße selbsttätige Änderung der Impulsdauer (Pulsbreite) kann dabei um eine manuell voreinstellbare Impulsdauer in Abhängigkeit von der jeweiligen Bewegungsphase des Objektes schwanken. Die (vorgegebene) Impuls-

dauer wird also in Abhängigkeit von der Bewegungsgeschwindigkeit des Objektes moduliert. Die voreingestellte Impulsdauer ist sonach eine Basisimpulsdauer, die durch das Ausgangssignal des Bewegungssensors automatisch variiert wird.

Die voreingestellte Impulsdauer ist folglich länger als die für schnelle Bewegungen erforderliche (geringere) Impulsdauer.

In vorteilhafter Ausbildung der Erfindung ist zwischen dem die Bewegungsgeschwindigkeit des Objektes detektierenden Sensor und dem Röntgenapparat eine Wirkverbindung vorhanden, welche eine Einrichtung zur Steuerung der Dauer der Einzelimpulse einer Impulsfolge in Abhängigkeit von dem Ausgangssignal des Sensors umfaßt. Mit der vorliegenden Erfindung läßt sich ein Arbeitsplatz für die Angiographie, insbesondere Cardangiographie, optimieren, was besonders für den gepulsten Durchleuchtungsbetrieb und für den digitalen Kinobetrieb ohne Kinofilm von Vorteil ist.

Um die durch die automatische Impulsdauersteuerung auftretenden unterschiedlichen Dosiswerte je Röntgenimpuls und somit die daraus entstehenden unterschiedlichen Aussteuerungen der Fernsehbilder eines angeschlossenen Fernsehsignalweges auszugleichen, kann ein LCD-Shutter im optischen Strahlengang und/oder eine Verstärkungsregelung im Fernsehsignalweg und/oder eine Verstärkungsänderung in einem angeschlossenen Digitalsystem vorgesehen werden.

Wenn es erwünscht ist, eine bestimmte Bewegungsphase des Objektes darzustellen, kann das Sensor-Ausgangssignal mit einer Schwellenspannung, z. B. in einer Komparatorschaltung, verglichen werden. Der Röntgenimpuls kann dabei jeweils in den Zeitpunkten ausgelöst werden, in denen das Sensor-Ausgangssignal mit der voreinstellbaren Schwellenspannung übereinstimmt. Mit dem durch einen Vergleich erzeugten Ausgangssignal kann zusätzlich die Dosis der Röntgenimpulse, z. B. durch Erhöhung der Röntgenimpulse, gesteuert werden. Dadurch können auswählbare Bewegungsphasen des Objektes sowohl als Einzelbilder als auch in einer Folge von Bildern mit anderen Bewegungsphasen besonders deutlich dargestellt werden.

Weitere Vorteile und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen anhand der Zeichnungen und in Verbindung mit den Ansprüchen.

Es zeigen:

**Fig. 1** bis **3** erfindungsgemäße Varianten einer Röntgendiagnostikanordnung,

**Fig. 4** ein von einem erfindungsgemäßen Sensor aufgenommenes Elektrokardiogramm von einem Herzen (Objekt),

**Fig. 5** eine Darstellung der wahren Bewegungsgeschwindigkeit des sich bewegenden Herzens (Objektes),

**Fig. 6** eine Darstellung des von dem erfindungsgemäßen Sensor detektierten Ausgangssignales bei Vorliegen eines Elektrokardiogramms gemäß **Fig. 4**,

**Fig. 7** eine Röntgenimpulsfolge, bei der die Dauer der Einzelimpulse in Abhängigkeit von einem Ausgangssignal gemäß **Fig. 6** variiert.

In **Fig. 1** ist eine Röntgendiagnostikanordnung mit einem Röntgenapparat **1** dargestellt. Der Röntgenapparat **1** umfaßt in diesem Ausführungsbeispiel wenigstens eine Röntgenröhrensteuerschaltung **2**, mit der neben der Impulsdauer unter anderem auch die Pulsfrequenz und die Pulsamplitude (Dosis) einer Röntgenröhre **3** einstellbar ist. Die Röntgenröhre **3** gibt eine gepulste Röntgenstrahlung **4** in an sich bekannter Weise über

eine Blende 5, über einen Patientenkörper 6 — der ein sich bewegendes Objekt 7, z. B. ein Herz, enthält — und über ein Raster 8 an einen Röntgenbildverstärker 9 ab. In einem aus dem Röntgenbildverstärker 9 austretenden Strahlengang 10 ist ein halbdurchlässiger Spiegel 11 angeordnet, der das Röntgenbild einerseits über eine Kinoiris 12 auf eine Filmkamera 13 reflektiert und andererseits über eine Fernsehiris 14 zu einer Fernsehkamera 15 durchläßt. Das Ausgangssignal der Fernsehkamera 15 wird über einen Fernsehbildsignalweg 16 (Video), der eine Fernsehzentrale 17 und einen Bildspeicher 18 umfaßt, zu einem Bildwiedergabegerät 19 geführt.

In der Röntgendiagnostikanordnung nach Fig. 1 ist erfindungsgemäß ein die Bewegungsgeschwindigkeit des Objektes 7 detektierender Sensor 20 vorgesehen, dessen Ausgangssignal zur automatischen Änderung der Dauer der Einzelimpulse einer Impulsfolge des Röntgenapparates 1 in Abhängigkeit von der Bewegungsgeschwindigkeit des Objektes 7 verwendet ist. Dazu ist in diesem Ausführungsbeispiel eine Wirkverbindung 21 zwischen dem Sensor 20 und dem Röntgenapparat 1 vorhanden, wobei die Wirkverbindung eine Einrichtung 22 zur Variation der Dauer der Einzelimpulse einer Impulsfolge in Abhängigkeit von dem Ausgangssignal des Sensors 20 umfaßt. Die Einrichtung 22 zur Variation der Pulsdauer in Abhängigkeit von dem Ausgangssignal des Sensors 20 kann mit der Röntgenröhrensteuerschaltung 2 kombiniert sein.

Nach einer Variante der Erfindung ist der Sensor 20 ein Bestandteil eines Gerätes zum Erzeugen eines Elektrokardiogrammes 23, wie es in Fig. 4 dargestellt ist. Dadurch kann in vorteilhafter Weise ein derartiges Gerät mitbenutzt werden, insbesondere, wenn das Elektrokardiogramm 23 durch eine Zusatzschaltung 24 (Fig. 1) umgeformt wird. Durch diese Umformung, z. B. mit einem RLC-Kreis, erhält man z. B. ein Ausgangssignal 25, das in Fig. 6 dargestellt ist. Das in Fig. 6 dargestellte Ausgangssignal 25 entspricht weitgehend der wahren Bewegungsgeschwindigkeit des sich bewegendes Objektes 7, welche durch die Kurve 26 in Fig. 5 dargestellt ist.

Die automatische Änderung bzw. Variation der Pulsdauer der Einzelimpulse des Röntgenapparates 1 wird durch die Einrichtung 22 (Fig. 1) erreicht, der über die Wirkverbindung 21 das Ausgangssignal 25 zugeführt wird. Die Abhängigkeit der Pulsdauer von der Amplitude des Ausgangssignales 25 ist auch aus Fig. 7 entnehmbar, in welcher auf einer Zeitachse eine Impulsfolge mit durch die Amplitude des Ausgangssignales 25 gemäß Fig. 6 variierten Dauer der Einzelimpulse (schwankende Impulsbreite) dargestellt ist. Eine hohe Amplitude in Fig. 6 entspricht einer schnellen Bewegungsphase des Objektes 7. Eine niedrige Amplitude entspricht demnach einer langsamen Bewegungsphase. Aus Fig. 7 ist ersichtlich, daß Einzelimpulse 33 und 34 im Bereich von hohen Amplituden im Ausgangssignal 25 (Fig. 6) eine kurze Impulsdauer aufweisen. Dagegen sind im Bereich niedriger Amplituden im Ausgangssignal 25 Einzelimpulse 36 und 37 (Fig. 7) mit langer Impulsdauer dargestellt.

Der in Fig. 1 dargestellte Sensor 20 kann nach einer Variante der Erfindung auch Bestandteil eines Blutdruckmeßgerätes sein. Auch aus dem Verlauf der gemessenen Blutdruckkurve läßt sich ähnlich wie bei der zuvor beschriebenen Ausbildung mit einem Gerät zum Erzeugen eines Elektrokardiogrammes ebenfalls ein Ausgangssignal z. B. durch Umformung detektieren, das zur automatischen Änderung der Pulsdauer des Rönt-

genapparates 1 in Abhängigkeit von der Bewegungsgeschwindigkeit des Objektes 7, z. B. eines Herzens, verwendbar ist.

Schließlich ist es nach einer weiteren Variante der Erfindung noch möglich, für den in Fig. 1 prinzipiell dargestellten Sensor 20 einen auf das sich bewegendes Objekt 7 gerichteten Ultraschallsensor einzusetzen.

In Fig. 2 ist eine Röntgendiagnostikanordnung gemäß Fig. 1 dargestellt, die sich durch eine gegenüber den bisher beschriebenen Sensorschaltungen abweichende Sensoranordnung auszeichnet. Der Sensor 20 ist in diesem Ausführungsbeispiel eingangsseitig an den Fernsehbildsignalweg 16 angekoppelt. Dabei ist der Sensor 20 so ausgebildet, daß er aus wenigstens zwei aufeinanderfolgenden Fernsehbildern einen aus der Objektbewegung resultierenden Unterschied detektiert. Dazu kann dem Sensor 20 über eine Leitung 27 ein in dem Bildspeicher 18 gespeichertes und vorhergehendes Bild zugeführt werden. Über eine Leitung 28 wird dem Sensor 20 aus dem Fernsehbildsignal 16 ein aktuelles Fernsehbild zugeführt. Die beiden über die Leitungen 27 und 28 als Videosignal zugeführten Fernsehbilder können sodann in dem Sensor 20 zeitlich differenziert werden. Aus dem Differenzsignal kann in der Zusatzschaltung 24 ein Ausgangssignal ähnlich dem Ausgangssignal 25 in Fig. 6 z. B. durch Umformung detektiert werden. Dieses Ausgangssignal kann über die Wirkverbindung 21 an die Einrichtung 22 zur automatischen Variation der Pulsdauer des Röntgenapparates 1 abgegeben werden, wie es bereits zu einem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 1 beschrieben ist.

Eine in Fig. 3 dargestellte Röntgendiagnostikanordnung weist gemäß der Erfindung wiederum den Sensor 20 auf, der z. B. als Bestandteil eines Gerätes zum Erzeugen eines Elektrokardiogrammes ausgebildet sein kann. Dieser Sensor 20 weist eine zusätzliche Ausgangsleitung 29 auf, über die ein Signal abgegeben wird, das von dem Ausgangssignal 25 des Sensors 20 abgeleitet ist oder diesem entspricht und zur Verstärkungssteuerung im Fernsehsignalweg 16 verwendet ist. Das über die Leitung 29 abgegebene Signal kann aber auch von den erfindungsgemäß variierten Röntgenimpulsen abgeleitet werden, z. B. aus der Einrichtung 22 zur Variation der Pulsdauer des Röntgenapparates 1 (Ableitung nicht dargestellt).

In Weiterbildung dieses erfindungsgemäßen Ausführungsbeispiels nach Fig. 3 ist eine Verstärkungssteuerschaltung 30 vorgesehen. Die Verstärkungssteuerschaltung 30 kann über eine Ausgangsleitung 31 und/oder eine Ausgangsleitung 32 auf den Fernsehbildsignalweg 16, z. B. auf die Fernsehkamera 15 und/oder auf den Bildspeicher 18, einwirken. Dadurch kann die Verstärkung im Fernsehsignalweg 16 der schwankenden Impulsdauer der Röntgenimpulse angepaßt werden.

In Weiterbildung der Erfindung ist in Fig. 3 auch ein Ausführungsbeispiel dargestellt, wobei das Ausgangssignal des die Bewegungsgeschwindigkeit des Objektes 7 detektierenden Sensors 20 auch zur automatischen Änderung der Pulsfrequenz des Röntgenapparates 1 in Abhängigkeit von der Bewegungsgeschwindigkeit des Objektes 7 verwendet ist. Dazu ist als Wirkverbindung eine Leitung 37 zwischen dem Sensor 20 und dem Röntgenapparat 1 vorhanden. Des weiteren ist eine Einrichtung 38 zur Variation (Änderung) der Pulsfrequenz der Röntgenröhre 3 vorgesehen. Durch die dadurch bewirkte erfindungsgemäße Kombination einer automatischen Variation sowohl der Pulsfrequenz als auch der Pulsdauer der gepulsten Röntgenstrahlung

innerhalb einer Impulsfolge können die Bewegungsschärfe und die Auflösung der Bewegungsphasen des sich bewegenden Objektes 7 mit den so gewonnenen Röntgenbildern weiter verbessert werden.

Bei der Variation der Impulsdauer kann die Röntgenröhrensteuerschaltung 2 mit einer Anordnung 39 zur Helligkeitsmessung verbunden sein, um die Dosisleistung der gepulsten Röntgenstrahlung der sich ändernden Pulsdauer anzupassen. Es ist aber auch möglich, das Ausgangssignal 25 des Sensors 20 zusätzlich zur automatischen Konstanthaltung der Dosisleistung des Röntgenapparates 1 während der sich automatisch ändernden Dauer der Einzelimpulse zu verwenden. Dazu ist der Sensor 20 bzw. die Zusatzschaltung 24 ausgangsseitig über eine Leitung 40 mit der Röntgenröhrensteuerschaltung 2 verbunden.

#### Patentansprüche

1. Röntgendiagnostikanordnung mit einem Röntgenapparat (1), der zur Darstellung eines sich bewegenden Objektes (7) eine gepulste Röntgenstrahlung (4) abgibt, deren Impulsdauer einstellbar ist, wobei ein die Bewegungsgeschwindigkeit des Objektes (7) detektierender Sensor (20) vorgesehen ist, wobei über das von der Bewegungsgeschwindigkeit des Objektes (7) abhängige Sensor-Ausgangssignal (25) die Dauer der Einzelimpulse einer Impulsfolge des Röntgenapparates (1) automatisch veränderbar ist.
2. Röntgendiagnostikanordnung nach Anspruch 1, wobei zwischen dem die Bewegungsgeschwindigkeit des Objektes (7) detektierenden Sensor (20) und dem Röntgenapparat (1) eine Wirkverbindung (21) vorhanden ist, welche eine Einrichtung (22) zur Variation der Dauer der Einzelimpulse einer Impulsfolge in Abhängigkeit von dem Ausgangssignal des Sensors (20) umfaßt.
3. Röntgendiagnostikanordnung nach Anspruch 1 oder 2, wobei der die Bewegungsgeschwindigkeit des Objektes (7) detektierende Sensor (20) ein Bestandteil eines Gerätes zum Erzeugen eines Elektrokardiogrammes (23) ist.
4. Röntgendiagnostikanordnung nach Anspruch 1 oder 2, wobei der die Bewegungsgeschwindigkeit des Objektes (7) detektierende Sensor (20) ein Bestandteil eines Blutdruckmeßgerätes ist.
5. Röntgendiagnostikanordnung nach Anspruch 1 oder 2, wobei der die Bewegungsgeschwindigkeit des Objektes (7) detektierende Sensor (20) ein auf das sich bewegende Objekt (7) gerichteter Ultraschallsensor ist.
6. Röntgendiagnostikanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, die einen Röntgenbildverstärker (9) umfaßt, dessen Ausgangssignal von einer Fernsehkamera (15) aufgenommen und über einen Fernsehsignalweg (16) einem Fernsehbildwiedergabegerät (19) zugeführt ist, wobei an dem Fernsehbildsignalweg (16) der die Bewegungsgeschwindigkeit des Objektes (7) detektierende Sensor (20) eingangsseitig angekoppelt ist.
7. Röntgendiagnostikanordnung nach Anspruch 6, wobei der Sensor (20) aus wenigstens zwei aufeinanderfolgenden Fernsehbildern einen aus der Objektbewegung resultierenden Unterschied detektiert und als elektrisches Ausgangssignal (25) zur automatischen Variation der Dauer der Einzelimpulse einer Impulsfolge des Röntgenapparates (1)

an diesen abgibt.

8. Röntgendiagnostikanordnung nach Anspruch 6 oder 7, wobei in dem Fernsehsignalweg (16) einschließlich Fernsehkamera (15) und Fernsehbildwiedergabegerät (19) eine Verstärkungssteuerung (30) vorgesehen ist, die von dem Ausgangssignal (25) des Sensors (20) abgeleitet und/oder mit der sich automatisch ändernden Impulsdauer des Röntgenapparates (1) verknüpft ist.

9. Röntgendiagnostikanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei das Ausgangssignal (25) des Sensors (20) während der sich automatisch ändernden Dauer der Einzelimpulse zusätzlich zur automatischen Konstanthaltung der Dosisleistung des Röntgenapparates (1) vorgesehen ist.

10. Röntgendiagnostikanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei das Ausgangssignal (25) des die Bewegungsgeschwindigkeit des Objektes (7) detektierenden Sensors (20) auch zur automatischen Änderung der Pulsfrequenz des Röntgenapparates (1) in Abhängigkeit von der Bewegungsgeschwindigkeit des Objektes (7) verwendet ist.

11. Röntgendiagnostikanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, wobei das Sensor-Ausgangssignal (25) in einer Vergleichsschaltung mit einer Schwellenspannung vergleichbar ist und wobei ein Röntgenimpuls zu Zeitpunkten auslösbar ist, in denen das Sensor-Ausgangssignal (25) mit der voreinstellbaren Schwellenspannung übereinstimmt.

12. Röntgendiagnostikanordnung nach Anspruch 11, wobei das von der Vergleichsschaltung gelieferte Ausgangssignal die Dosis der Röntgenimpulse des Röntgenapparates (1) erhöht.

---

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

---

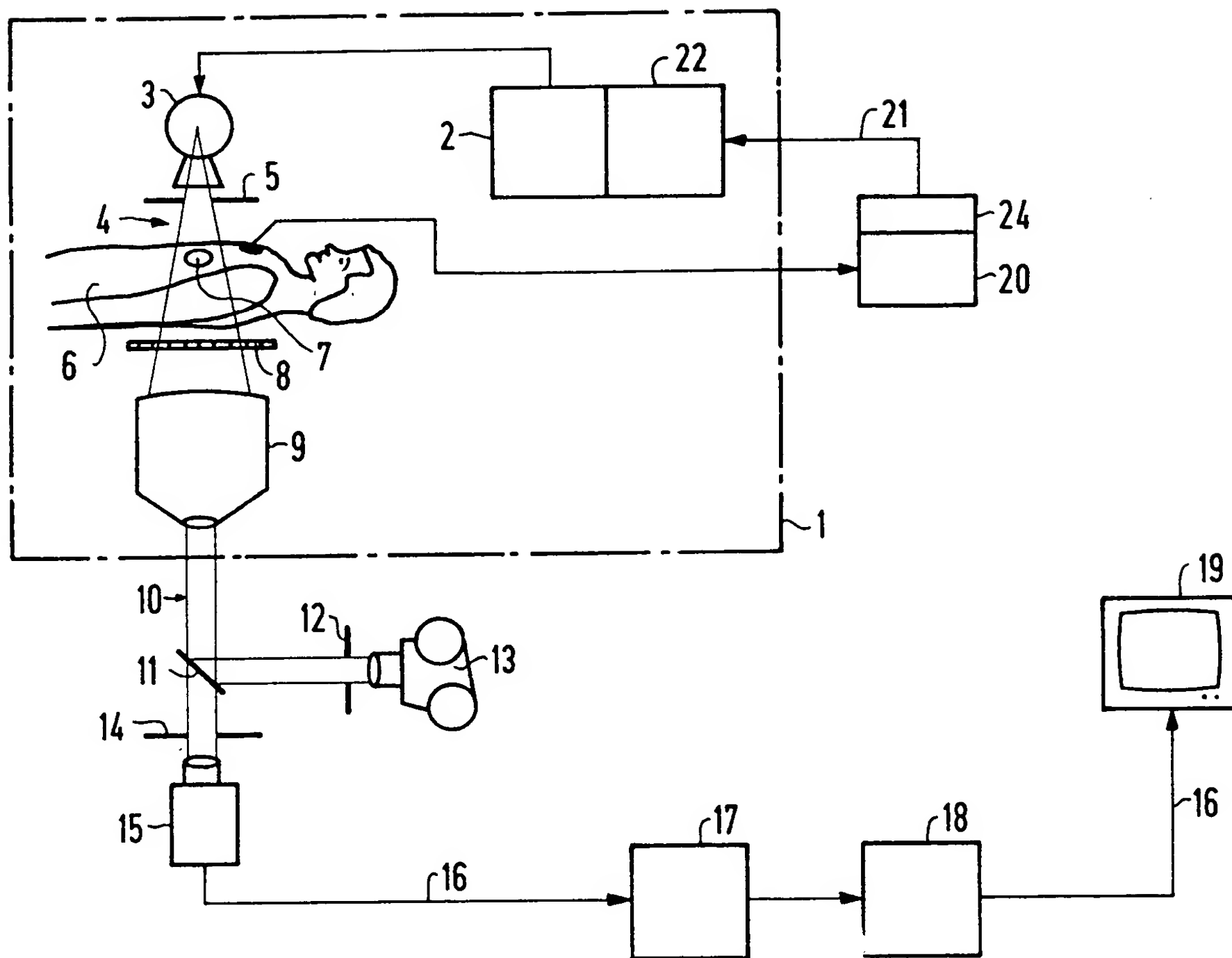


FIG 1

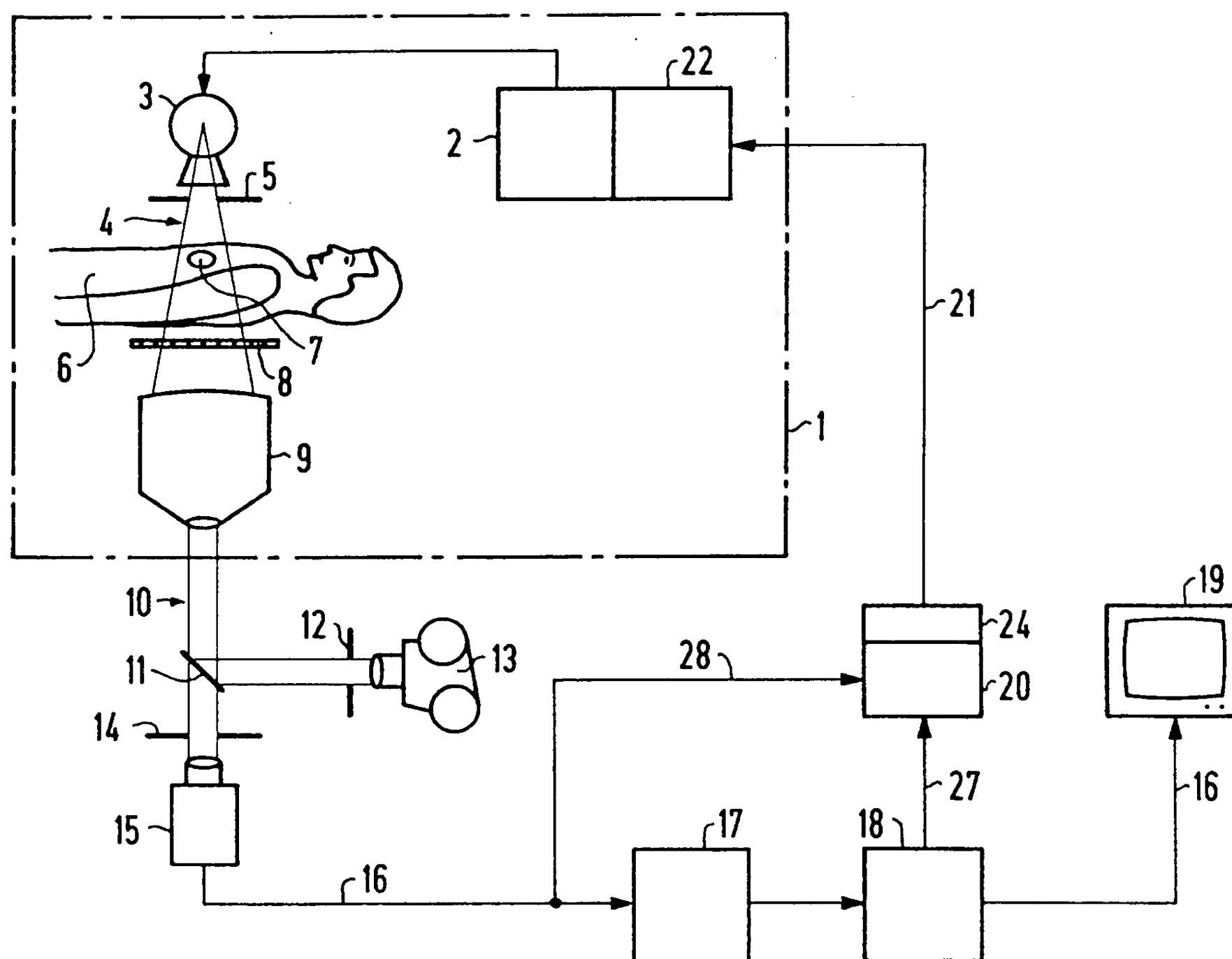
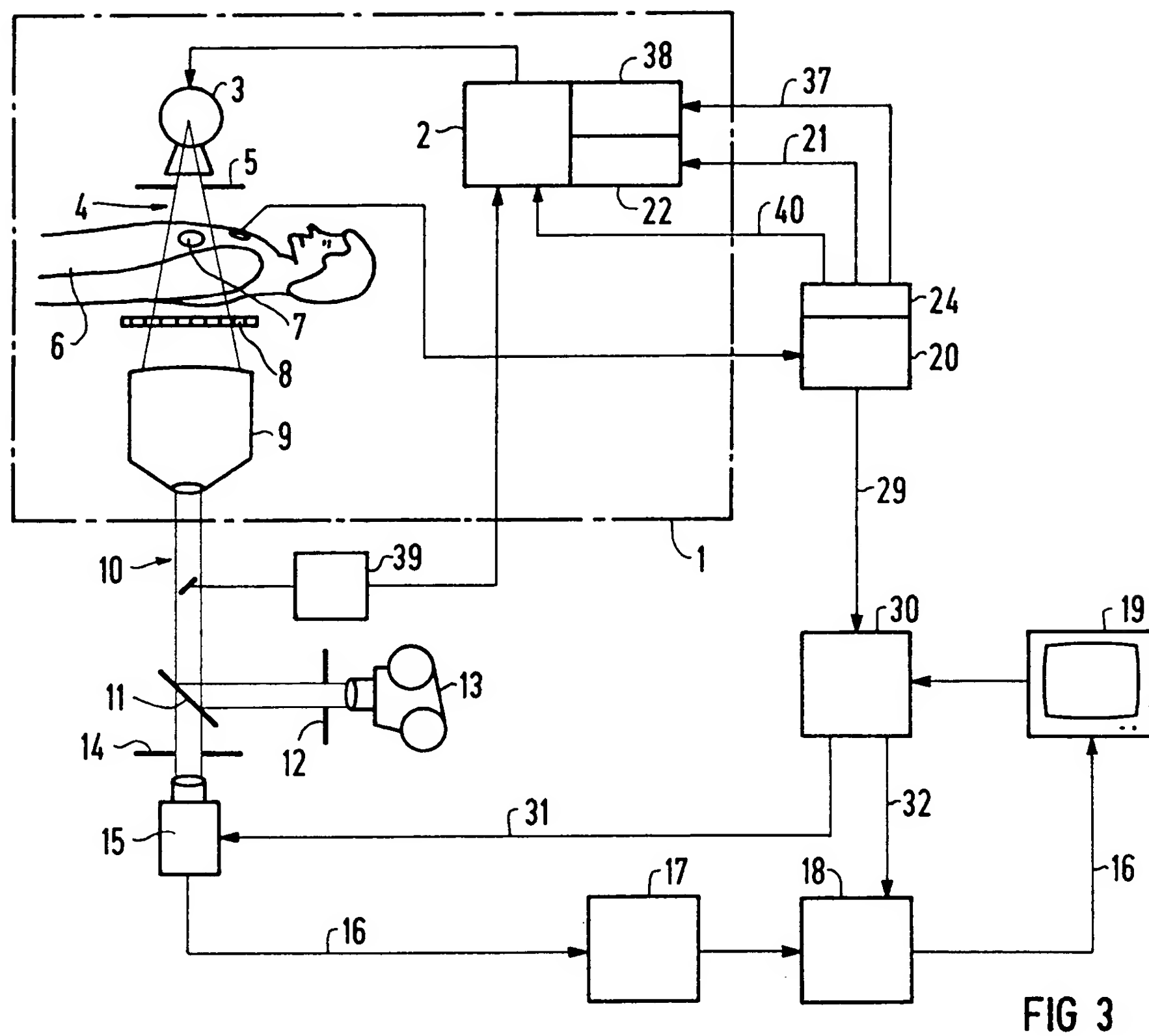


FIG 2





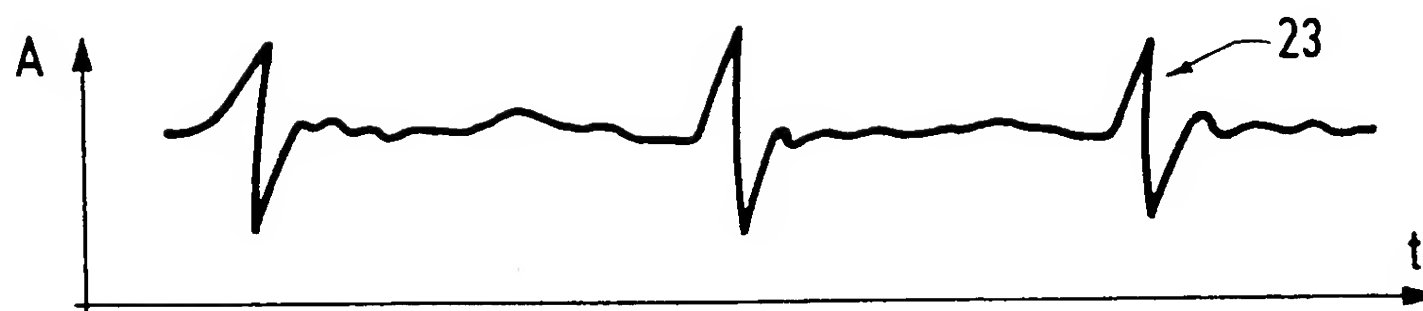


FIG 4



FIG 5

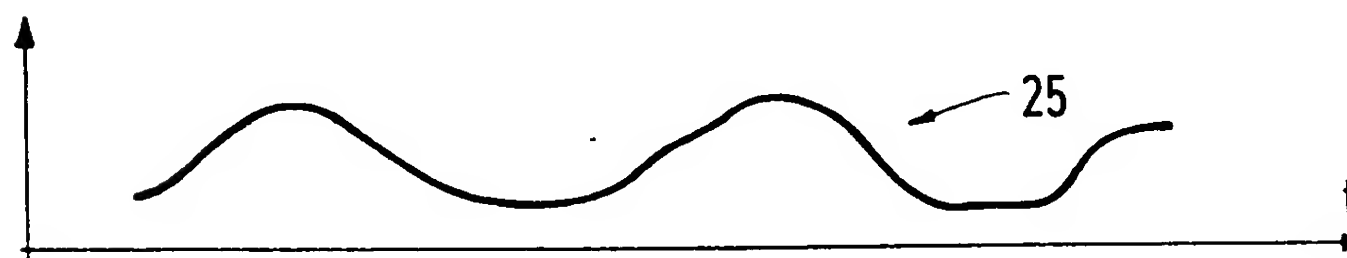


FIG 6

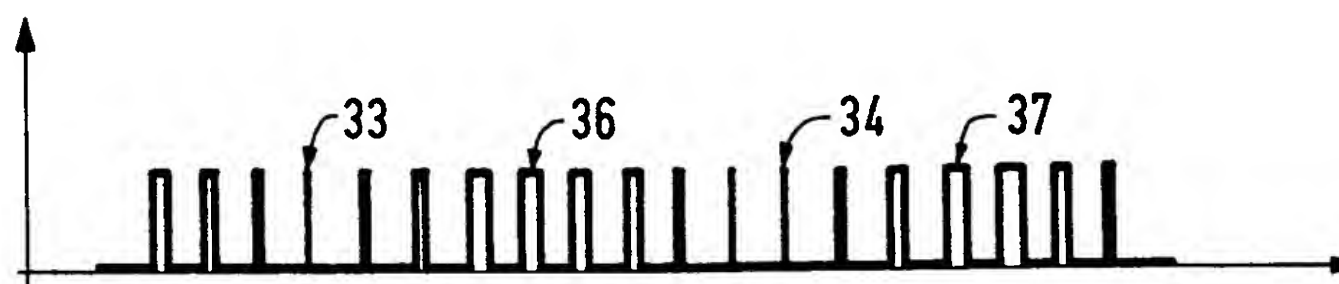


FIG 7